

## AUFGABE 4: SIMPLE SCOPE

In den vorangegangenen Übungsaufgaben haben Sie bereits periodische Aufgaben kennengelernt. Bislang erfolgte deren Implementierung durch relative Verzögerung der Fäden. In dieser Aufgabe geht es nun um die gescheite Umsetzung eines periodischen Aufgabensystems mit den in der Übung vorgestellten Funktionen des eCos-Betriebssystems.

In dieser Übungsaufgabe werden Sie ein einfaches Oszilloskop implementieren, welches in der Lage ist Signale abzutasten. Darüber hinaus soll es auch eine einfache Analyse ermöglichen und eines der Signale mittels einer diskreten Fourier-Transformation (DFT) vom Zeit- in den Frequenzbereich transformieren. Weiterhin soll das Ergebnis dieser Analyse auf einem Display ausgegeben werden.

Für die Umsetzung soll in einem ersten Schritt zunächst das hierfür notwendige System von periodischen Aufgaben implementiert werden. Gegeben sei:

Aufgabe	Bezeichnung	Periode / ms	WCET / ms
$T_1$	Abtastung Signal 1	10	2
$T_2$	Abtastung Signal 2	20	2
$T_3$	Analyse	20	3
$T_4$	Darstellung	100	6

In dieser Übungsaufgabe finden Sie in der Vorgabe neben dem Ihnen bereits bekannten eCos zusätzlich noch die zeitgesteuerte Variante tt-eCos. Sie finden beide nach dem unpacken unter event-triggered beziehungsweise time-triggered. Die Varianten unterscheiden sich hinsichtlich der API lediglich in der Umsetzung der Fäden. Den Link zur jeweiligen Funktionsreferenz finden Sie in den allgemeinen Hinweisen.

Auch in dieser Aufgabe benötigen Sie wieder die Funktion `ezs_lose_time`. Verwenden Sie Ihre Implementierung aus den vorangegangenen Aufgaben. **Achten Sie bei der Bearbeitung dieser Übungsaufgabe darauf, dass Ihre Messungen auch bei der Abgabe noch nachvollziehbar sind!**

*Wichtig:*

Lesen Sie die folgenden Hinweise bevor Sie mit der Bearbeitung der zeitgesteuerten Umsetzung anfangen:

- Es ist leider nicht möglich, zwei Aufgaben zum selben Zeitpunkt einzuplanen. Dies betrifft auch Deadlineüberprüfungen. Sie dürfen deswegen davon ausgehen, dass  $D_i = p_i - 1$  ms.

- Achten Sie auf eine ausreichend groß angelegte Tabelle  
 $\Rightarrow$  `tt_DispatcherTable(table1, XXX);`  
 Für jede Ereignisbehandlung (d. h. die eigentlich Behandlung *und* die Deadlineüberprüfung) muss Platz in der Ablaufabelle sein.
- Die Deadlineüberprüfung kann auch schon *vor* dem ersten Start geplant werden, sie wird dann erst in der nächsten Hyperperiode aktiv.

### Aufgabenstellung

1. *Implementierung*: Implementieren Sie das gegebene Aufgabensystem und simulieren Sie dabei die angegebene Laufzeit jedes Fadens mit Hilfe von `ezs_lose_time()`. Verwenden Sie `ezs_lose_time()` so, dass die Ausführungszeiten um bis zu 100% schwanken. Beachten Sie, dass wir in den grundlegenden Übungen nur die Aufgabenstruktur betrachten, die Aufgaben selbst jedoch nicht implementiert werden sollen.

2. *Ereignisgesteuerte Umsetzung (eCos)*: Integrieren Sie die Aufgaben in die Ihnen bereits bekannte, *ereignisgesteuerte* Variante von eCos. Vergeben Sie die Prioritäten gemäß des in der Vorlesung vorgestellten *Rate-Monotonic-Algorithmus*. Verwenden Sie für die periodische Aktivierung der Fäden die von eCos bereitgestellten *Alarmer*, initialisieren Sie diese zunächst mit einem `trigger` von `cyg_current_time() + 1`. Verwenden Sie das nun zur Verfügung stehende *Software-Tracing* um die Periode von  $T_2$  und  $T_3$  zu messen. Zeichnen Sie diese für mindestens *fünf* Zyklen so auf (aufschreiben, Textdatei, Screenshot, ...), dass Ihre Messung bei der Abgabe nachvollziehbar ist. *Was beobachten Sie? Welchen Effekt hätte dieses Systemverhalten auf die Abtastung von Signal 2?*

☞ .../event-triggered

☞ 100 ms

Aus den gewonnenen Daten lässt sich ein verbesserter Ablaufplan, wie er in der Vorlesung und in der Übung vorgestellt wurde, erstellen, der die Beeinflussung der einzelnen Fäden untereinander vermindert oder sogar unterbindet. Ändern Sie die Alarmer entsprechend ab und wiederholen Sie die Messung.

☞ getrennte Aufzeichnung!

Variieren Sie den `trigger`-Wert: *Welches Vorgehen haben Sie gewählt und welches Vorwissen war dafür nötig? Was beobachten Sie?*

3. *Taktgesteuerte Umsetzung (tt-eCos)*: Im nächsten Schritt soll das Aufgabensystem in die zeitgesteuerte Variante `tt-eCos` integriert werden. Stellen Sie einen geeigneten Ablaufplan auf und planen Sie für jede Aufgabe eine Deadlineüberprüfung ein!

☞ .../time-triggered

Sorgen Sie von Anfang an dafür, dass sich die Fäden nicht überlappen; nutzen Sie hierfür Ihr bereits gewonnenes Wissen aus der vorangegangenen Teilaufgabe.

Führen Sie wiederum eine Messung der Periode von  $T_2$  und  $T_3$  durch und zeichnen Sie diese auf.

Was beobachten Sie? Welche Vor- beziehungsweise Nachteile sehen sie gegenüber der ereignisgesteuerten Lösung?

4. Abschließende Fragen: Welches Ausführungsmodell kommt in tt-eCos zum Einsatz? Welches in eCos? Welche Konsequenzen hat dies? Sprich: Wie müssen Sie Aktivitäten in eCos bzw. tt-eCos umsetzen? Wie könnte man die ereignisgesteuerte Variante von eCos diesbezüglich benutzerfreundlicher gestalten?

### Erweiterte Aufgabe

1. EZS-Simple-Scope: In den erweiterten Übungen soll nun das EZS-Simple-Scope konkret implementiert werden. Um das in der Übung vorgestellten Leistungsdichtespektrums (LDS) korrekt zu implementieren, müssen Sie  $N$ -Werte abtasten bevor Sie das LDS berechnen können. Da der Algorithmus nur Zweierpotenzen als Eingabelängen akzeptiert, sollen Sie von  $N = 64$  ausgehen, woraus sich das folgende, angepasste System von Aufgaben ergibt:

Aufgabe	Bezeichnung	Periode / ms	WCET / ms
$T_1$	Abtastung Signal 1	16	2
$T_2$	Abtastung Signal 2	4	?
$T_3$	Analyse	256	?
$T_4$	Darstellung	256	?

Die Implementierung soll in der ereignisgesteuerten Variante erfolgen. Sichern Sie zu diesem Zweck Ihre Implementierung aus den vorangegangenen Teilaufgaben für die spätere Abgabe. Passen Sie die Prioritäten gemäß des RMA an und lassen sie die Aufgaben wieder zum Zeitpunkt `cyg_current_time() + 0` starten. Weiterhin soll nun  $T_2$  den ADC auslesen und die Werte in das Eingangsarray des LDS schreiben ( $T_1$  verbleibt als Dummy-Faden). Konvertieren Sie die Eingangswerte des ADC (0 bis 255) in einen Wertebereich von -0,5 bis 0,5 (Achtung bei der Umwandlung von float  $\leftrightarrow$  integer). Ersetzen Sie nun die bisherige Implementierung von  $T_3$  durch die in der libEZS bereitgestellte LDS-Funktion. Die Ausgabe hat näherungsweise einen Wertebereich von -140 dB bis 0 dB. Mit dem o. g. Aufgabensystem ( $N = 64$ ) können Sie näherungsweise davon ausgehen, dass die Anzeige (alle 0,25 s) mit einer Auflösung von 1 Hz im LDS erfolgt.

Das Ein- und Ausgabearray des LDS muss also 64 Elemente groß sein. Sie können allerdings nur die ersten 32 Werte der Ausgabe verwenden. Überprüfen Sie ihre Implementierung (`printf()`, Debugger, Tracer, ...).

**Achten Sie bei der Verwendung des LDS darauf, dass die Eingabedaten, die der LDS-Funktion übergeben werden in ihrer korrekten zeitlichen Reihenfolge sortiert sind!**

`ezs_adc_read()`

`ezs_power_density_spectrum()`

2. *Ausgabe*: Geben Sie das Ergebnis der Analyse nun auf dem grafischen Display (Framebuffer) aus, skalieren Sie die Ausgabe der Werte (dB) entsprechend der Displaygröße (Pixel). Implementieren Sie die Anzeige in  $T_4$  gemäß des in der Übung vorgeschlagenen Aufbaus – die konkrete Ausgestaltung der Anzeige ist Ihnen überlassen. In unserem Beispiel erhalten Sie 32 Werte, wobei die Frequenz in  $\approx 0,5$  Hz-Schritte unterteilt ist. Die Werte im Spektrum entsprechen dem Leistungspegel und werden in der Pseudo-Einheit Dezibel (dB) angegeben.

e4ezs\_fb\_\*

3. *Analyse*: Im letzten Schritt dieser Aufgabe soll nun abermals die Überlappung der Aufgaben unterbunden werden. Wir gehen hierfür davon aus, dass nur noch  $T_1$  künstlich durch eine WCET verlängert wird. Die Ausführungszeit der anderen Aufgaben muss von Ihnen gemessen werden. Erstellen Sie mit Hilfe Ihrer Messungen einen neuen Ablaufplan und passen Sie den Phasenversatz entsprechend an. Was würde hinsichtlich der Analyse und Planung passieren, wenn Sie z. B. 257 ms für die Ausgabe und 7 ms für die Abtastung wählen? Wie sollten die Perioden von Aufgaben also in der Praxis ausgewählt werden?

### Hinweise

- Bearbeitung: Gruppe mit je zwei/drei Teilnehmern.
- Abgabezeit: 17.12.2015
- Fragen bitte an [i4ezs@lists.cs.fau.de](mailto:i4ezs@lists.cs.fau.de)